

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

## СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСКРИВЛЕНИЯ ПРИ БУРЕНИИ ОТКЛОНИТЕЛЕМ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ТЗ-3

В.С. Афанасьев, В.В. Братинков

Научный руководитель - ассистент И.Б. Бондарчук

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Потребность в бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин на твёрдые полезные ископаемые в настоящее время непрерывно растёт. Наибольшее распространение в геологоразведочной отрасли для искривления скважин получил отклонитель непрерывного действия ТЗ-3 (рис. 1) конструкции Забайкальского научно-исследовательского института [1]. Данный отклонитель предназначен для искривления скважин диаметром от 46 до 93 мм и многократно модернизировался.

Отклонитель непрерывного действия ТЗ-3 в заводском исполнении позволяет искривлять скважины с интенсивностью 0,5 – 5 град/м. Набор кривизны при реализации искривлений отклонителем ТЗ-3 сложно прогнозировать и регулировать из-за большого числа факторов влияющих на процесс искривления [4].

Большую часть геологоразведочных скважин бурят снарядами со съёмными керноприёмниками. При этом допустимая интенсивность искривления в зависимости от диаметра снарядов составляет 0,2 – 0,3 град/м [3]. Превышение указанных значений интенсивности искривления делает применение отклонителя ТЗ-3 проблематичным, что требует изменения его конструкции и дополнительных технологических манипуляций.

Для данного отклонителя существуют следующие способы регулирования интенсивности искривления:

- изменение длин статора и ротора отклонителя;
- добавление в статор отклонителя плашек и накладок;
- включение в состав отклонителя колонковой трубы с шарниром;
- уменьшение диаметра корпуса отклонителя;
- ограничение длины рейса отклонителя.

**Изменение длин статора и ротора отклонителя** способствует изменению жесткости снаряда. При этом интенсивность искривления  $i_{\phi-a}$  определяется по формуле [4]:

$$i_{\phi-a} = 57,3 \cdot \left( \frac{v_{\phi}}{v_{\phi} L_{ж}} - \frac{D_c - d_c}{L_c} \right), \quad (1)$$

где  $i_{\phi-a}$  – интенсивность искривления при несовпадении действия процессов фрезерования и асимметричного разрушения забоя, град/м;  $v_{\phi}$ ,  $v_{\phi}$  – скорости соответственно фрезерования стенки скважины под действием отклоняющего усилия и углубки забоя, м/ч;  $L_{ж}$  – длина жесткой базы отклонителя, м;  $D_c$ ,  $d_c$  – диаметры соответственно скважины и корпуса отклонителя в месте контакта со стенкой скважины при перекосе, м;  $L_c$  – расстояние от забоя до точки контакта корпуса отклонителя со стенкой скважины при перекосе нижней его части, м.

Исходя из формулы (1) видно, что уменьшение интенсивности искривления достигается удлинением жесткой базы статора отклонителя. А именно необходимо увеличение длины корпуса 14 (см. рис. 1) между блокировочной муфтой 16 и верхним полуклином 8, а также длины ведущего вала 3 между шлицевым соединением 4 и блокировочным фиксатором 15 посредством удлиняющего патрубка. При этом длина патрубка статора  $l_c$  (мм) определяется по формуле [5]:

$$l_c = 485 + \Delta l, \quad (2)$$

где  $\Delta l$  – величина изменения длины ротора и статора, мм.

Величина  $\Delta l$  зависит от требуемой интенсивности искривления и степени разработанности стенок скважины. Определяется экспериментальным путем – методом последовательного удлинения для конкретных горнотехнических условий.

**Добавление в статор отклонителя плашек и накладок** позволяет обеспечить нагрузку на породоразрушающий инструмент  $P_{отк}$  только фрезерующего характера (рис. 2). Данное техническое решение реализовано в отклонителе ТЗ-3П [2]. В данном устройстве коренной переработке подверглась нижняя часть снаряда. При этом в нижнем полуклине отклонителя выполнен хвостовик, имеющий на конце опору в виде

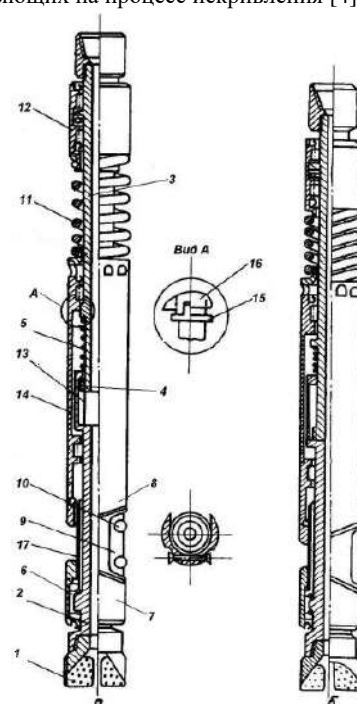


Рис. 1 Общий вид отклонителя ТЗ-3: а – транспортное положение; б – рабочее положение; 1 – долото; 2 – нижний вал; 3 – верхний вал; 4, 13 – шлицевое соединение; 5 – роторная пружина; 6 – нижний подшипниковый узел; 7 – нижний полуклин; 8 – верхний полуклин; 9 – подвижной клин-ползун; 10 – каретка с катками; 11 – статорная пружина; 12 – верхний подшипниковый узел; 14 – корпус; 15 – блокировочный фиксатор; 16 – блокировочная муфта; 17 – трубка

накладки 1 и промежуточную опору в средней части в виде плашки 2. Регулирование кривизны предусмотрено изменением высоты установки плашки 2  $L_n$ . Расчет интенсивности искривления рекомендуется производить по формуле [4]:

$$i_{\Phi} = \frac{2}{i_{\alpha}^2} \left( \sqrt{\frac{D_d - d_l}{2}} + \sqrt{\frac{2r_k - d_l}{2}} \right)^2, \quad (3)$$

где  $i_{\Phi}$  – интенсивность искривления при фрезеровании стенки скважины, град/м;  $d_l$  – диаметральный размер по плашке, м;  $D_d$  – диаметр долота, м;  $L_n$  – расстояние от торца долота до накладки, м;  $r_k$  – радиальный размер по накладке, м.

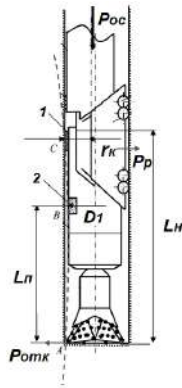


Рис. 2 Схема отклонителя ТЗ-3П в рабочем положении: 1 – накладка; 2 – плашка

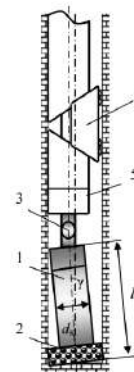


Рис. 3 Схема отклонителя ТЗ-3 с колонковой трубой: 1 – колонковая труба; 2 – коронка; 3 – шарнирный переходник; 4 – ползун; 5 – нижний полуклин

**Включение в состав отклонителя колонковой трубы с шарниром** позволяет бурить с отбором керна. Для этого следует использовать короткую колонковую трубу 1 (0,8–1,0 м) (рис. 3) с коронкой 2, которая соединяется с валом отклонителя через шарнирный переходник 3 [4]. Колонковая труба с коронкой получает перекося в скважине относительно оси скважины на угол  $\gamma$  при выдвигании ползуна 4 и прижатия к стенке скважины нижнего полуклина 5. Направление искривления в этом случае противоположно направлению искривления, реализуемого отклонителем ТЗ-3 без колонковой трубы и шарнирного переходника. При этом интенсивность искривления определяется по формуле:

$$i_{\alpha} = \frac{57,3 (D_c - d_a)}{L_c}, \quad (4)$$

где  $i_{\alpha}$  – интенсивность искривления при асимметрическом разрушении забоя, град/м.

**Уменьшение диаметра корпуса отклонителя** позволяет повысить интенсивность искривления, что видно из формул (1, 3, 4). При этом данный способ можно осуществлять по двум схемам:

- с уменьшением диаметра породоразрушающего инструмента, например, отклонитель ТЗ-3 с корпусом диаметром 57 мм и долотом диаметром 59 мм для искривления из скважины диаметром 76 мм с последующим расширением ствола скважины. При этом для надежного распора снаряда в скважине на ползуне следует установить съемную каретку с увеличенными стабилизирующими катками [4];

- без изменения диаметра породоразрушающего инструмента, например, отклонитель ТЗ-3 с корпусом диаметром 57 мм и долотом диаметром 76 мм для искривления из скважины диаметром 76 мм. При этом для надежного распора снаряда в скважине отклонитель снабжается увеличенной накладкой на ползуне с роликами-катками и кольцами-бандажами на корпусе [5].

**Ограничение длины рейса отклонителя** должно обеспечить искривление скважины не более чем на 0,5 градуса [3]. При этом для необходимости искривления скважины более 0,5 градуса потребуется проведение нескольких циклов искривлений через небольшие интервалы проработки и обычного бурения. Данная манипуляция приводит к значительным затратам времени.

Рассмотренные технические и технологические решения по регулированию интенсивности искривления при бурении отклонителями ТЗ-3 позволяют достигать как уменьшения, так и увеличения интенсивности. Это значительно расширяет возможности их применения. Большую практическую ценность имеют способы для реализации уменьшения интенсивности искривления, применение которых позволяет использовать данные отклонители в условиях работы при бурении снарядами со съёмными кернаприёмниками.

## Литература

1. Авторское свидетельство № 386117 СССР МКИ Е21В 7/08. Снаряд для направленного бурения. Авдеев Л.А., Костин Ю.С., Перминов В.В. Заявлено 13.06.1967; Оpubл. 14.06.1973, Бюл. № 26. – 2 с.
2. Авторское свидетельство № 1020562 СССР МКИ Е21В 7/08. Снаряд для направленного бурения. Костин Ю.С., Андреев Ю.В., Киреев Г.К. Заявлено 02.02.1968; Оpubл. 30.05.1983, Бюл. № 20. – 4 с.
3. Морозов Ю.Т., Васильев Н.И., Подольск А.В. Направленное бурение геологоразведочных скважин. – СПб.: ЛЕМА, 2015. – 374 с.
4. Нескоромных В.В. Направленное бурение и основы кернометрии //Учебник. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 336 с.
5. Отклонитель ТЗ-3–73. Паспорт ТЗ-3–73.000. ПС. – Чита: Заб. НИИ, 1986. – 17 с.